

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :

C30B 11/00, 29/42

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/56954

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

28. September 2000 (28.09.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/02349

(22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 2000 (16.03.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 12 484.1

19. März 1999 (19.03.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH
[DE/DE]; Am Junger Löwe Schacht 5, D-09599 Freiberg
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SONNENBERG, Klaus
[DE/DE]; Taubenforst 3, D-52382 Niederzier (DE).
KÜSSEL, Eckhard [DE/DE]; Fritz Pleystrasse 28, D-52353
Düren (DE). BÜNGER, Thomas [DE/DE]; Klopstock-
strasse 3, D-09131 Chemnitz (DE). FLADE, Tilo [DE/DE];
Dörmerzaunstrasse 11, D-09599 Freiberg (DE). WEINERT,
Berndt [DE/DE]; Turnerstrasse 9, D-09599 Freiberg (DE).(74) Anwälte: PRÜFER, Lutz, H. usw.; Harthausen Strasse 25d,
D-81545 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: DEVICE FOR PRODUCING SINGLE CRYSTALS

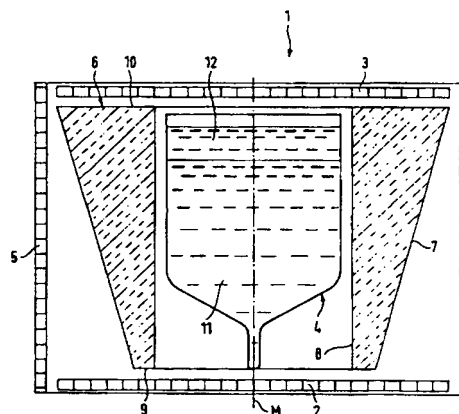
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON EINKRISTALLEN

(57) Abstract

The invention relates to a device for producing single crystals, for example gallium-arsenide single crystals having a large diameter. The device comprises a cylindrical heating system with a bottom heating element (2), a top heating element (3) and a jacket heating element (5). The heating surfaces of the bottom and top heating elements are significantly greater than the cross-sectional area of the single crystal to be produced. The reaction chamber further comprises an insulator (6) which is configured such that a radial heat flow is suppressed and a strictly axial heat flow over the full height of the reaction chamber is ensured between the top heating element (3) and the bottom heating element (2).

(57) Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen, beispielsweise von Galliumarsenid-Einkristallen mit grossem Durchmesser bereitgestellt, die eine zylindrische Heizeinrichtung mit einer Bodenheizung (2) und einer Deckelheizung (3) und eine Mantelheizung (5) aufweist. Die Heizfläche des Boden- und des Deckelheizers sind wesentlich grösser als die Querschnittsfläche des herzustellenden Einkristalls. Im Reaktionsraum ist ferner ein Isolator (6) vorgesehen, das so ausgebildet ist, dass ein radialer Wärmefluss unterbunden wird und ein streng axialer Wärmefluss über die gesamte Höhe des Reaktionsraumes zwischen dem Deckelheizer (3) und dem Bodenheizer (2) gewährleistet wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen verschiedener Materialien, beispielsweise III-V-Materialien, beispielsweise von Galliumarsenid-Einkristallen.

Bekannte Vorrichtungen zur Herstellung von Einkristallen unterschiedlicher Materialien, beispielsweise III-V-Materialien, beispielsweise von Galliumarsenid, bestehen im allgemeinen aus Vielzonenöfen, wie sie zum Beispiel in der DE-OS-38 39 97, sowie in den US-Patentschriften US 4,086,424, US 4,423,516 und US 4,518,351 beschrieben sind.

Diese Vielzonenöfen können sowohl aus metallischen Heizleitern, als auch aus kohlenstoffhaltigen Heizleitern bestehen. Die sogenannten Mehrzonenrohröfen gestatten einen variablen Aufbau eines zur Kristallzüchtung geeigneten Temperaturfeldes und dessen Verschiebung entlang der Rotationsachse des Ofens.

Derartige Vorrichtungen sind jedoch sowohl durch einen axialen als auch durch einen radialen Wärmefluß gekennzeichnet, was zu einer variablen Wachstumsgeschwindigkeit und einer ungünstigen Ausbildung der Phasengrenzfläche Schmelze-Kristall führen kann.

Desweiteren sind Mehr- bzw. Vielzonenöfen aus einer Vielzahl thermischer Bauelemente zusammengesetzt, was bei Wartungsarbeiten einen hohen Demontage- und Montageaufwand erfordert. Mit steigender Zonenzahl erhöht sich auch der Automatisierungsaufwand und die Störungsanfälligkeit der Mehrzonenöfen.

Insbesondere für die Herstellung von Einkristallen mit einem großen Durchmesser, beispielsweise 2", 3", 100 mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm und größer, besteht das Problem, daß ein radialer Wärmefluß im Kristall eine Auswirkung auf die Isothermen, d.h. auf die Phasengrenze Schmelze-Einkristall in vertikaler bzw. axialer Richtung hat.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen, insbesondere von Einkristallen unterschiedlicher III-V-Materialien, beispielsweise von Galliumarsenid, bereitzustellen, bei der eine fast ausschließlich axiale Wärmeführung gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1.

Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Vorrichtung hat den Vorteil, daß ein homogener axialer Wärmefluß gewährleistet ist und daß in radialer Richtung nahezu keine Wärme abfließen kann, d.h. einer radial homogenen Temperatur an der oberen und unteren Heizplatte und den dazwischenliegenden Schnitten.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispielles anhand der Figur 1.

Die Figur zeigt eine schematische Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer sich vertikal erstreckenden Rotationsachse M.

Die Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen weist einen zylinderförmigen Ofen 1 mit einer unteren Heizplatte als Bodenheizer 2 und einer oberen Heizplatte als Deckelheizer 3 auf. Die hochwärmeleitfähigen Heizplatten (z.B. CFC) haben einen kreisförmigen Querschnitt. Der Durchmesser des Bodenheizers 2 und des Deckelheizers 3 beträgt wenigstens das 1,5- bis 2-fache des Durchmessers des herzustellenden Einkristalles, so daß keine radialen Wärmeflüsse im System auftreten, die unter anderen durch die nichtrotationssymmetrischen Einflüsse der Stromzuführung verursacht sind. Der Abstand zwischen Bodenheizer 2 und Deckelheizer 3 ist so bemessen, daß ein Tiegel 4 für die Kristallzüchtung dazwischen angeordnet werden kann.

Es ist eine nicht dargestellte Steuer- und Regeleinrichtung vorgesehen, mit der der Bodenheizer 2 und der Deckelheizer 3 derart angesteuert werden können, daß der Deckelheizer 3 auf einer in etwa der Schmelztemperatur des zu verarbeitenden Rohmaterials gehalten werden kann und der Bodenheizer 2 auf einer geringeren Temperatur gehalten werden kann. Die Steuerung ist ferner so ausgebildet, daß die Temperatur des Bodenheizers 2 im Vergleich zur Temperatur des Deckelheizers während des Züchtungsprozesses kontinuierlich abgesenkt werden kann, damit die Schmelze von Rohmaterial in dem Tiegel 4 kontinuierlich von unten nach oben erstarren kann.

Der zylindrische Ofen 1 weist ferner eine Mantelheizung 5 auf, die beispielsweise in der zylindrischen Begrenzungswand des

Ofens ausgebildet ist. Es ist eine Steuer- und Regeleinrichtung, vorgesehen, die derart ausgebildet ist, daß die Mantelheizung 5 auf einer Temperatur in der Nähe des Schmelzpunktes des in den Tiegel eingefüllten Rohmaterials gehalten werden kann.

Zum Verhindern eines Wärmeflusses in radialer Richtung weist der Ofen 1 ferner einen rotationssymmetrisch ausgebildeten Isolator 6 aus wärmeisolierendem Material, auf. Der Isolator 6 ist als ein kegelstumpfförmiger Körper ausgebildet mit einem koaxialen, oben und unten offenen zylindrischen Innenraum. Die Außenwand 7 des Isolators 6 hat somit die Form eines Kegelstumpfes und die Innenwand 8 die eines Zylinders. Der Isolator 6 ist in dem Ofen so angeordnet, daß sein jüngeres Ende 8 dem Bodenheizer 2 und das dem jüngeren Ende gegenüberliegende Ende dem Deckelheizer 3 zugewandt ist. Der Innendurchmesser des Isolators ist größer, als der Durchmesser des einzusetzenden Tiegels 4. Der Isolator ist bevorzugt aus Graphit gebildet. Durch die hohlkegelstumpfförmige Ausbildung des Wärmeübertragungsprofils 6 ergibt sich ein freier Strahlungsraum 9 zwischen dem Wärmeübertragungsprofil und dem Mantelheizer 5, der zum azimuthalen Ausgleich der Temperatur über den Hauptheizer beiträgt.

Durch die oben beschriebene Ausbildung und Anordnung des Isolators 6 in dem Ofen 1 wird eine von dem Deckelheizer 3 zu dem Bodenheizer 2 abnehmende Wärmeisolation in radialer Richtung zwischen einer in dem Tiegel 4 vorhandenen Schmelze von Rohmaterial und der Mantelheizung 5 bewirkt.

Im Betrieb wird zunächst der Tiegel 4, der den Kristallkeim enthält, in den Ofen eingesetzt. Dann wird Boroxid B_2O_3 und polykristallines Galliumarsenid zugegeben. Dann wird der Mantelheizer 5 derart angesteuert, daß er auf eine Temperatur gebracht wird, die ausreicht, um den Reaktionsraum bis auf die

Arbeitstemperatur zu erhitzen und das feste Vorlaufmaterial aufzuschmelzen. Das eingefüllte polykristalline Galliumarsenid wird aufgeschmolzen, so daß es eine Galliumarsenidschmelze 10 bildet und von einer Abdeckschmelze 11 aus geschmolzenem B_2O_3 abgedeckt, damit eine Berührung des Galliumarsenids mit der Tiegelinnenwand vermieden wird.

Der Züchtungsprozeß wird dann wie folgt durchgeführt. Der Deckelheizer 3 wird auf eine Temperatur von ca. $1300^{\circ}C$ gebracht und der Bodenheizer 2 wird auf eine Temperatur von ca. $1200^{\circ}C$ gebracht. Zwischen Deckelheizer 3 und Bodenheizer 2 bildet sich ein Temperaturgradient, der nahezu dem Temperaturgradienten, der zwischen zwei unendlich ausgebildeten parallelen ebenen Platten gegeben ist, aus. Dann wird die Temperatur des Bodenheizers kontinuierlich abgesenkt, so daß die Schmelze 11 in dem Tiegel 4 gleichmäßig von unten nach oben auskristallisiert. Durch Steuerung und/oder Regelung der Temperatur des Bodenheizers 2 relativ zu der Temperatur des Deckelheizers 3 ist es somit möglich, die Schmelzisotheime in ihrer vertikalen Position zwischen den beiden Heizern zu verschieben und daher die Kristallisation zu steuern. Der Mantelheizer muß über die Prozeßzeit geringfügig nachgeführt werden, um den idealen axialen Temperaturfluß aufrecht zu erhalten, da der Gesamtenergiehaushalt des Systems abgesenkt wird und damit die radialen Verluste, die über den Mantelheizer kompensiert werden, abnehmen.

Der Mantelheizer 5 dient zum Ausgleich von globalen Wärmeverlusten und zur Unterbindung eines radialen Wärmeflusses. Durch den Isolator 6 wird im Bereich des Deckelheizers 3 eine hohe Isolation in radialer Richtung und im Bereich des Bodenheizers 2 eine geringere Isolation in radialer Richtung erreicht. Dadurch wird ein axialer Wärmefluß parallel zu Rotationsachse des Ofens während des Kristallisationsprozesses gewährleistet.

Während des Kristallisationsprozesses und danach ist so die Isothermenausbildung im Reaktionsgefäß in jeder Form möglich. Die angestrebte Isothermenform kann durch den streng axialen Wärmefluß über die gesamte Höhe des Reaktionsraumes zwischen dem Deckelheizer 3 und dem Bodenheizer 2 verschoben werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht die Herstellung von Einkristallen unterschiedlicher III-V-Materialien mit großen Durchmessern, wie beispielsweise Galliumarsenid mit einem Durchmesser von 2", 3", 100 mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm und größer.

In Abhängigkeit von dem herzustellenden Einkristall, beispielsweise hinsichtlich seines Materials oder seines Durchmessers kann der Isolator 6 auch als Hohlzylinder ausgebildet sein. Ziel ist es lediglich einen streng axialen Wärmefluß zu gewährleisten und ein Abfließen der Wärme in radialer Richtung zu verhindern. Damit kann das Ziel erreicht werden, pro Zeiteinheit einen konstanten Kristallisationszuwachs zu erhalten.

In einer abgewandelten Form ist der Wärmeübertragungszyylinder 6 nicht hohlkegelstumpfförmig ausgebildet, sondern ist so ausgebildet, daß ein gewünschter axialer Isothermenverlauf erreicht wird. Eine beliebige Form ist dabei denkbar und wird anhand des gewünschten Isothermeverlaufes berechnet. Durch die Form des Materials und die Art des Materials lassen sich beliebige gewünschte Wärmeflüsse modellieren. Damit kann das Ziel erreicht werden, pro Zeiteinheit einen konstanten Kristallisationszuwachs zu erhalten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls durch Züchtung aus einer Schmelze von Rohmaterial des herzustellenden Einkristalls, mit einer Heizeinrichtung (1) zum Erzeugen eines Temperaturgradienten innerhalb der Schmelze aus Rohmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung (1) einen ersten im wesentlichen ebenen hochwärmeleitfähigen Heizer (2) und parallel zu diesem und in einem Abstand dazu angeordneten zweiten im wesentlichen ebenen hochwärmeleitfähigen Heizer (3) aufweist, die auf unterschiedliche Temperaturen steuerbar sind und deren Heizfläche im Verhältnis zu dem Durchmesser des herzustellenden Einkristalls so bemessen ist, daß ein über die radiale Querschnittsfläche des herzustellen Einkristalls im wesentlichen homogene Temperatur und zwischen dem ersten Heizer (2) und dem zweiten Heizer (3) im wesentlichen ein homogener konstanter Temperaturgradient erzeugbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Fläche jedes Heizers (2,3) wenigstens das 1,5-fache der Querschnittsfläche des herzustellenden Einkristalls beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, daß die Temperatur des ersten ebenen Heizers (2) gegenüber dem zweiten ebenen Heizer (3) kontinuierlich absenkbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung als zylindrischer Ofen (1) ausgebildet ist wobei der erste Heizer als Bodenheizer

(2) und der zweite Heizer als Deckelheizer (3) ausgebildet ist, wobei der Abstand zueinander größer als die Länge des herzustellenden Einkristalls ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Heizern (2, 3) eingeschlossene Raum von einer diesen Raum umgebenden Mantelheizung (5) umschlossen ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet durch eine Isolatoreinrichtung (6), die derart ausgebildet ist, daß ein Wärmefluß in einer radialen Richtung senkrecht zur Zylinderachse (M) des Ofens (1) begrenzt wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) derart ausgebildet ist, daß sie eine von dem Deckelheizer (3) zu dem Bodenheizer (2) abnehmende Isolationswirkung aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) als kegelstumpfförmiger Körper mit einem koaxialen zylindrischen und oben und unten offenen Hohlraum ausgebildet ist, der so in dem Ofen (1) angeordnet ist, daß sein jüngeres Ende den Bodenheizer zugewandt ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung z.B. aus Graphit gebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tiegel (4) zur Aufnahme einer Schmelze an Rohmaterial des herzustellenden Einkristalls vorgesehen ist, der zwischen dem ersten Heizer (2) und dem zweiten Heizer (3) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls aus einem III-V-Verbundhalbleiter ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Vorrichtung zum Herstellen eines Einkristalls aus Galliumarsenid ist.

13. Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls durch Züchtung aus einer Schmelze von Rohmaterial des herzustellen- den Einkristalls,
mit einer Heizeinrichtung (1) zum Erzeugen eines Temperatur- gradienten innerhalb der Schmelze aus Rohmaterial,
dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung (1) einen ro- tationssymmetrischen Ofen (1) mit einer Rotationsachse (M) und mit einem im wesentlichen ebenen Bodenheizer (2) einem im we- sentlichen ebenen Deckelheizer (3) aufweist, die auf unter- schiedliche Temperaturen steuerbar sind und daß eine Isola- toreinrichtung vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, daß ein Wärmefluß in einer radialen Richtung senkrecht zur Rotati- onsachse (M) des Ofens (1) auf ein vorbestimmtes Maß begrenz- bar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) derart ausgebildet ist, daß sie eine von dem Deckelheizer (3) zu dem Bodenheizer (2) abneh- mende Isolationswirkung aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekenn- zeichnet, daß der Ofen zylindrisch ausgebildet ist und daß ei- ne Steuereinrichtung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, daß die Temperatur des Bodenheizers (2) im Vergleich zur Tem- peratur des Deckelheizers (3) absenkbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) als kegelförmiger Körper mit einem koaxialen zylindrischen und oben und unten offenen Hohlraum ausgebildet ist, der so in dem Ofen (1) angeordnet ist, daß sein jüngeres Ende den Bodenheizer (2) zugewandt ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (1) eine Mantelheizung (5) aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeübertragungsteil (6) eine beliebige rotationssymmetrische profilierte bzw. unprofilierte Form besitzen kann.

1/1

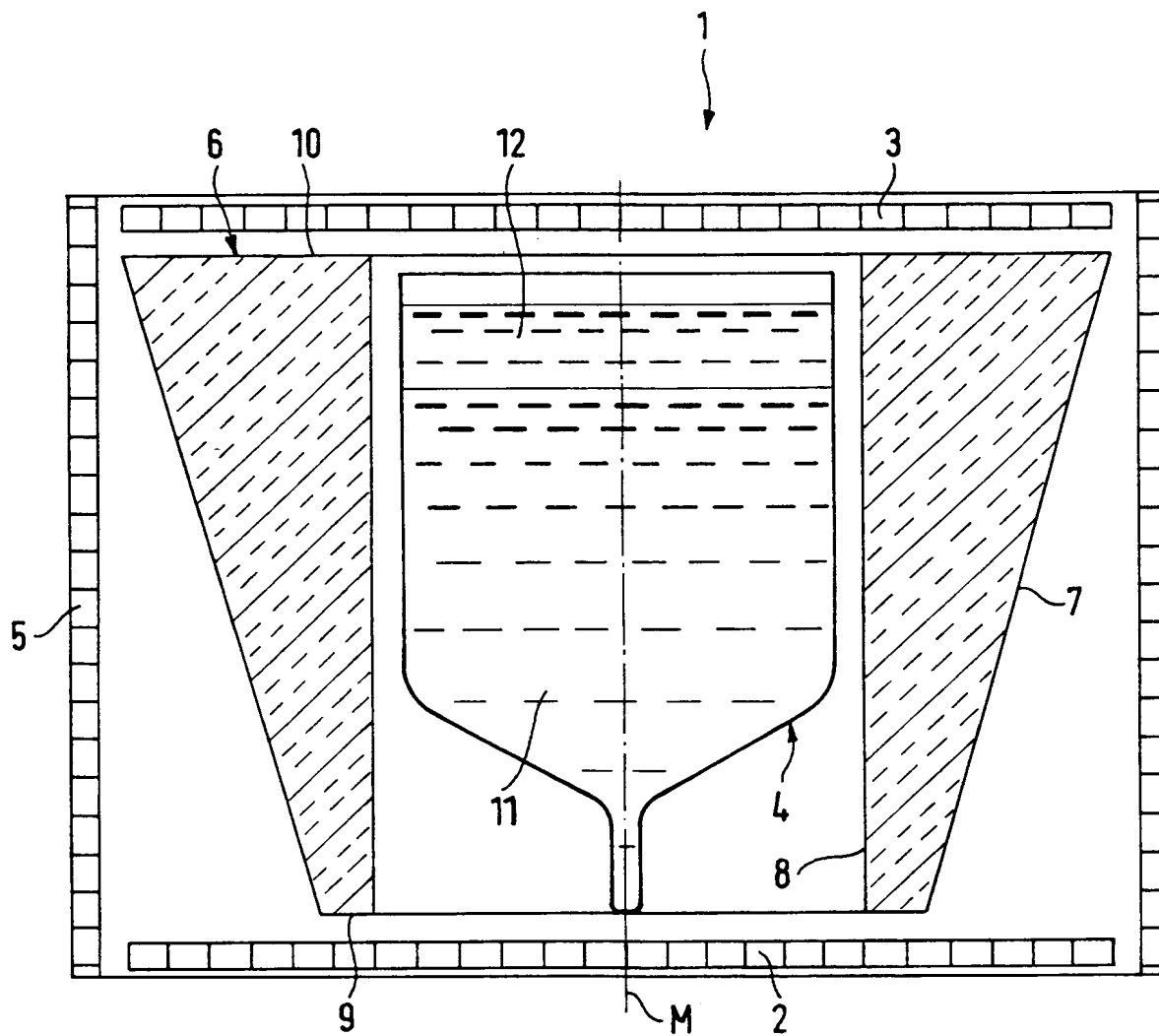


FIG.1



PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) HF 15-14247

Box No. I TITLE OF INVENTION	
DEVICE FOR PRODUCING MONOCRYSTALS	
Box No. II APPLICANT	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GmbH Am Junger Löwe Schacht 5 09599 Freiberg Germany</p>	
<p><input type="checkbox"/> This person is also inventor.</p> <p>Telephone No.</p> <p>Facsimile No.</p> <p>Teleprinter No.</p>	
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input checked="" type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>SONNENBERG, Klaus Taubenforst 3 52382 Niederzier Germany</p>	
<p>This person is: <input type="checkbox"/> applicant only <input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor <input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)</p>	
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
<input checked="" type="checkbox"/> Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.	
Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE	
<p>The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as: <input checked="" type="checkbox"/> agent <input type="checkbox"/> common representative</p>	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)</p> <p>PRÜFER, Lutz H. PRÜFER & PARTNER GbR Patentanwälte Harthäuser Straße 25d 81545 München</p>	
<p>Telephone No. 089/640 640</p> <p>Facsimile No. 089/642 22 38</p> <p>Teleprinter No.</p>	
<p><input type="checkbox"/> Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.</p>	



Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)	
<i>If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.</i>	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>KÜSSEL, Eckhard Fritz Pleystraße 28</p> <p>52353 Düren Germany</p>	<p>This person is:</p> <p><input type="checkbox"/> applicant only</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor</p> <p><input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)</p>
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>BÜNGER, Thomas Klopstockstraße 3</p> <p>09131 Chemnitz Germany</p>	<p>This person is:</p> <p><input type="checkbox"/> applicant only</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor</p> <p><input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)</p>
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>FLADE, Tilo Dörnerzaunstraße 11</p> <p>09599 Freiberg Germany</p>	<p>This person is:</p> <p><input type="checkbox"/> applicant only</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor</p> <p><input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)</p>
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
<p>Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</p> <p>WEINERT, Berndt Turnerstraße 9</p> <p>09599 Freiberg Germany</p>	<p>This person is:</p> <p><input type="checkbox"/> applicant only</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> applicant and inventor</p> <p><input type="checkbox"/> inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)</p>
State (that is, country) of nationality: Germany	State (that is, country) of residence: Germany
<p>This person is applicant for the purposes of: <input type="checkbox"/> all designated States <input type="checkbox"/> all designated States except the United States of America <input checked="" type="checkbox"/> the United States of America only <input type="checkbox"/> the States indicated in the Supplemental Box</p>	
<p><input type="checkbox"/> Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.</p>	



Supplemental Box

If the Supplemental Box is not used, this sheet should not be included in the request.

1. If, in any of the Boxes, the space is insufficient to furnish all the information: in such case, write "Continuation of Box No. ..." [indicate the number of the Box] and furnish the information in the same manner as required according to the captions of the Box in which the space was insufficient, in particular:

- (i) if more than two persons are involved as applicants and/or inventors and no "continuation sheet" is available: in such case, write "Continuation of Box No. III" and indicate for each additional person the same type of information as required in Box No. III. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below;
- (ii) if, in Box No. II or in any of the sub-boxes of Box No. III, the indication "the States indicated in the Supplemental Box" is checked: in such case, write "Continuation of Box No. II" or "Continuation of Box No. III" or "Continuation of Boxes No. II and No. III" (as the case may be), indicate the name of the applicant(s) involved and, next to (each) such name, the State(s) (and or, where applicable, ARIPO, Eurasian, European or OAPI patent) for the purposes of which the named person is applicant;
- (iii) if, in Box No. II or in any of the sub-boxes of Box No. III, the inventor or the inventor/applicant is not inventor for the purposes of all designated States or for the purposes of the United States of America: in such case, write "Continuation of Box No. II" or "Continuation of Box No. III" or "Continuation of Boxes No. II and No. III" (as the case may be), indicate the name of the inventor(s) and, next to (each) such name, the State(s) (and or, where applicable, ARIPO, Eurasian, European or OAPI patent) for the purposes of which the named person is inventor;
- (iv) if, in addition to the agent(s) indicated in Box No. IV, there are further agents: in such case, write "Continuation of Box No. IV" and indicate for each further agent the same type of information as required in Box No. IV;
- (v) if, in Box No. I, the name of any State (or OAPI) is accompanied by the indication "patent of addition," or "certificate of addition," or if, in Box No. V, the name of the United States of America is accompanied by an indication "continuation" or "continuation-in-part": in such case, write "Continuation of Box No. I" and the name of each State involved (or OAPI), and after the name of each such State (or OAPI), the number of the parent title or parent application and the date of grant of the parent title or filing of the parent application;
- (vi) if, in Box No. VI, there are more than three earlier applications whose priority is claimed: in such case, write "Continuation of Box No. VI" and indicate for each additional earlier application the same type of information as required in Box No. VI;
- (vii) if, in Box No. VI, the earlier application is an ARIPO application: in such case, write "Continuation of Box No. VI", specify the number of the item corresponding to that earlier application and indicate at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property or one Member of the World Trade Organization for which that earlier application was filed.

2. If, with regard to the precautionary designation statement contained in Box No. V, the applicant wishes to exclude any State(s) from the scope of that statement: in such case, write "Designation(s) excluded from precautionary designation statement" and indicate the name or two-letter code of each State so excluded.

3. If the applicant claims, in respect of any designated Office, the benefits of provisions of the national law concerning non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty: in such case, write "Statement concerning non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty" and furnish that statement below

Continuation of Box No. IV:

MATERNE, Dr. Jürgen
HOFER, Dr. Dorothea

PRÜFER & PARTNER GbR
Patentanwälte
Harthäuser Straße 25d
81545 München

Tel.: 089/640 640
Telefax: 089/642 22 38



Box No.V DESIGNATION OF STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) *(mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):*

Regional Patent

- ☐ **AP ARIPO Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mozambique, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, TZ United Republic of Tanzania, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☐ **EA Eurasian Patent:** AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ **EP European Patent:** AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, TR Turkey, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☐ **OAPI Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT *(if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)*

National Patent *(if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):*

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> AE United Arab Emirates | <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia |
| <input type="checkbox"/> AG Antigua and Barbuda | <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka |
| <input type="checkbox"/> AL Albania | <input type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input type="checkbox"/> AM Armenia | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AT Austria | <input type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input type="checkbox"/> AU Australia | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> MA Morocco |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BR Brazil | <input type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input type="checkbox"/> BZ Belize | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> CA Canada | <input type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> MZ Mozambique |
| <input type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> NO Norway |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica | <input type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba | <input type="checkbox"/> PL Poland |
| <input type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> DE Germany | <input type="checkbox"/> RO Romania |
| <input type="checkbox"/> DK Denmark | <input type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> DM Dominica | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> DZ Algeria | <input type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input type="checkbox"/> EE Estonia | <input type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input type="checkbox"/> ES Spain | <input type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input type="checkbox"/> FI Finland | <input type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | <input type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> GE Georgia | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> HR Croatia | <input type="checkbox"/> TZ United Republic of Tanzania |
| <input type="checkbox"/> HU Hungary | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesia | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input type="checkbox"/> IN India | <input type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS Iceland | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> KE Kenya | <input type="checkbox"/> ZA South Africa |
| <input type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | Check-box reserved for designating States which have become party to the PCT after issuance of this sheet: |
| <input type="checkbox"/> KR Republic of Korea | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |

Precautionary Designation Statement: In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. *(Confirmation (including fees) must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)*



10

Box No. VI PRIORITY CLAIM					<input type="checkbox"/> Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.
Filing date of earlier application (day month year)	Number of earlier application	Where earlier application is:			
		national application: country	regional application:* regional Office	international application: receiving Office	
item (1) 19/03/1999	199 12 484.1	Germany			
item (2)					
item (3)					
<input type="checkbox"/> The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office) identified above as item(s): _____					
<small>* Where the earlier application is an ARIPO application, it is mandatory to indicate in the Supplemental Box at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(iii)). See Supplemental Box.</small>					
Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY					
Choice of International Searching Authority (ISA) <small>(if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):</small> ISA /		Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority): Date (day month/year) Number Country (or regional Office)			
Box No. VIII CHECK LIST: LANGUAGE OF FILING					
This international application contains the following number of sheets : request : 5 description (excluding sequence listing part) : 6 claims : 4 abstract : 1 drawings : 1 sequence listing part of description : _____ Total number of sheets : 17		This international application is accompanied by the item(s) marked below: 1. <input checked="" type="checkbox"/> fee calculation sheet 2. <input checked="" type="checkbox"/> separate signed power of attorney 3. <input type="checkbox"/> copy of general power of attorney; reference number, if any: 4. <input type="checkbox"/> statement explaining lack of signature 5. <input checked="" type="checkbox"/> priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): (1) 6. <input type="checkbox"/> translation of international application into (language): 7. <input type="checkbox"/> separate indications concerning deposited microorganism or other biological material 8. <input type="checkbox"/> nucleotide and/or amino acid sequence listing in computer readable form 9. <input checked="" type="checkbox"/> other (specify): Cheque			
Figure of the drawings which should accompany the abstract: 1		Language of filing of the international application: German			
Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT					
<small>Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).</small>					
signed: Hofer Professional Representative					

For receiving Office use only	
1. Date of actual receipt of the purported international application: _____ 3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application: _____ 4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2): _____ 5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA /	2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received: 6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid.

For International Bureau use only	
Date of receipt of the record copy by the International Bureau: _____	



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 00/02349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C30B11/00 C30B29/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C30B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>ALTHAUS M ET AL: "SOME NEW DESIGN FEATURES FOR VERTICAL BRIDGMAN FURNACES AND THE INVESTIGATION OF SMALL ANGLE GRAIN BOUNDARIES DEVELOPED DURING VB GROWTH OF GAAS"</p> <p>JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NL, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, vol. 166, no. 1/04, 1 September 1996 (1996-09-01), pages 566-571, XP000686560 ISSN: 0022-0248 page 567; figure 1</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p>	<p>1-6,8, 10-13, 15,17,18</p>

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2000

Date of mailing of the international search report

03/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cook, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/02349

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30 November 1998 (1998-11-30) & JP 10 203891 A (HITACHI CABLE LTD), 4 August 1998 (1998-08-04) abstract ----	
A	US 4 086 424 A (MELLEN SR ROBERT H) 25 April 1978 (1978-04-25) cited in the application ----	
A	DE 33 23 896 A (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG) 17 January 1985 (1985-01-17) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/02349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10203891 A	04-08-1998	NONE	
US 4086424 A	25-04-1978	NONE	
DE 3323896 A	17-01-1985	NONE	



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts HF 15-14247.2	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA.220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 00/02349	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 16/03/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19/03/1999
Anmelder FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.



A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C30B11/00 C30B29/42

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C30B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
✓ X	ALTHAUS M ET AL: "SOME NEW DESIGN FEATURES FOR VERTICAL BRIDGMAN FURNACES AND THE INVESTIGATION OF SMALL ANGLE GRAIN BOUNDARIES DEVELOPED DURING VB GROWTH OF GAAS" JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NL, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, Bd. 166, Nr. 1/04, 1. September 1996 (1996-09-01), Seiten 566-571, XP000686560 ISSN: 0022-0248 Seite 567; Abbildung 1 --- -/--	1-6,8, 10-13, 15,17,18

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

² Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Juli 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel.: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cook, S



C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
✓ A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) & JP 10 203891 A (HITACHI CABLE LTD). 4. August 1998 (1998-08-04) Zusammenfassung ---	
✓ A	US 4 086 424 A (MELLEN SR ROBERT H) 25. April 1978 (1978-04-25) in der Anmeldung erwähnt ---	
✓ A	DE 33 23 896 A (LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG) 17. Januar 1985 (1985-01-17) -----	



INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu derselben Patentfamilie gehören

Internationales Anzeichen

PCT/EP 00/02349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10203891 A	04-08-1998	KEINE	
US 4086424 A	25-04-1978	KEINE	
DE 3323896 A	17-01-1985	KEINE	



PATENT COOPERATION TREATY

6937-7

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)PRUFER, Lutz, H.
Prüfer & Partner GbR
Harthäuser Strasse 25d
D-81545 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day month year) 20 November 2000 (20.11.00)	
Applicant's or agent's file reference HF 15-14247.2 me	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT EP00 02349	International filing date (day month year) 16 March 2000 (16.03.00)

1. The following indications appeared on record concerning:									
<input type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor								
<input checked="" type="checkbox"/> the agent	<input type="checkbox"/> the common representative								
Name and Address PRÜFER, Lutz, H. Harthäuser Strasse 25d D-81545 München Germany	<table border="1"> <tr> <td>State of Nationality</td> <td>State of Residence</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Telephone No. 089 640 640</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Facsimile No. 089 642 22 38</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Teleprinter No.</td> </tr> </table>	State of Nationality	State of Residence	Telephone No. 089 640 640		Facsimile No. 089 642 22 38		Teleprinter No.	
State of Nationality	State of Residence								
Telephone No. 089 640 640									
Facsimile No. 089 642 22 38									
Teleprinter No.									
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:									
<input type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name								
<input checked="" type="checkbox"/> the address	<input type="checkbox"/> the nationality								
<input type="checkbox"/> the residence									
Name and Address PRÜFER, Lutz, H. Prüfer & Partner GbR Harthäuser Strasse 25d D-81545 München Germany	<table border="1"> <tr> <td>State of Nationality</td> <td>State of Residence</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Telephone No. 089 640 640</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Facsimile No. 089 642 22 38</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Teleprinter No.</td> </tr> </table>	State of Nationality	State of Residence	Telephone No. 089 640 640		Facsimile No. 089 642 22 38		Teleprinter No.	
State of Nationality	State of Residence								
Telephone No. 089 640 640									
Facsimile No. 089 642 22 38									
Teleprinter No.									
3. Further observations, if necessary: The agent's new address on the Demand has been considered as a change under Rule 92bis. In case of disagreement, the International Bureau should be notified immediately.									
4. A copy of this notification has been sent to:									
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Office concerned								
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned								
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other								

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer: A. Karkachi
Facsimile No.: 022 710 11 46	Telephone No.: 022 710 11 46

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

PRÜFER, Lutz, H.
Harthäuser Strasse 25d
D-81545 München
ALLEMAGNE

PRÜFER

Eing. - 9. Okt. 2000

Termin:

IMPORTANT NOTICE

Date of mailing (day/month/year)

28 September 2000 (28.09.00)

Applicant's or agent's file reference

HF 15-14247.2 me

International application No.

PCT/EP00/02349

International filing date (day/month/year)

16 March 2000 (16.03.00)

Priority date (day/month/year)

19 March 1999 (19.03.99)

Applicant

FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

US ✓

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP,JP ✓

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 28 September 2000 (28.09.00) under No. WO 00/56954

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

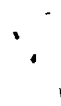
Form PCT/IB/308 (July 1996)

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.83.38

3537395



Continuation of Form PCT/IB/308

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF
THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

Date of mailing (day/month/year) 28 September 2000 (28.09.00)	IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference HF 15-14247.2 me	International application No. PCT/EP00/02349
<p>The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.</p>	



1
2
3

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/EP00 02349

EP 02349

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2 5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day month year) 20 November 2000 (20.11.00)	
International application No. PCT EP00 02349	Applicant's or agent's file reference HF 15-14247.2 me
International filing date (day month year) 16 March 2000 (16.03.00)	Priority date (day month year) 19 March 1999 (19.03.99)
Applicant SONNENBERG, Klaus et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

12 October 2000 (12.10.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile (41) 22 739 61 96

Form PCT/B/401 (July 1999)

Authorized officer:

A. Karkachi

Telephone (41) 22 733 63 58

EP/00/019

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference HF 15-14247.2 me	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/02349	International filing date (<i>day month year</i>) 16 March 2000 (16.03.00)	Priority date (<i>day month year</i>) 19 March 1999 (19.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C30B 11/00, 29/42		
Applicant FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 5 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 12 October 2000 (12.10.00)	Date of completion of this report 23 March 2001 (23.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No

PCT/EP00/02349

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments)

☒ the international application as originally filed.

☒ the description. pages 1,3-6 . as originally filed.

pages _____ . filed with the demand.

pages 2 . filed with the letter of 12 March 2001 (12.03.2001)

pages _____ . filed with the letter of _____

☒ the claims. Nos. _____ . as originally filed.

Nos. _____ . as amended under Article 19.

Nos. _____ . filed with the demand.

Nos. 1-13 . filed with the letter of 12 March 2001 (12.03.2001)

Nos. _____ . filed with the letter of _____

☒ the drawings. sheets/fig 1/1 . as originally filed.

sheets/fig _____ . filed with the demand.

sheets/fig _____ . filed with the letter of _____

sheets/fig _____ . filed with the letter of _____

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

☐ the description. pages _____

☐ the claims. Nos. _____

☐ the drawings. sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1) Reference is made to the following document:

D1: ALTHAUS M ET AL: 'SOME NEW DESIGN FEATURES FOR VERTICAL BRIDGMAN FURNACES AND THE INVESTIGATION OF SMALL ANGLE GRAIN BOUNDARIES DEVELOPED DURING VB GROWTH OF GAAS' JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NL, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, Vol. 166, No. 1/04, 1 September 1996 (1996-09-01), pages 566-571, XP000686560 ISSN: 0022-0248.

2) Document D1 discloses a device for producing monocrystals, in particular GaAs monocrystals. The device comprises a heating appliance, configured as a cylindrical furnace. The cross-sectional surface of the furnace is substantially greater than that of the crucible in which the crystal is produced. The heating appliance is divided into a bottom heater, a top heater and a jacket heater.

The top heater is kept at a constant temperature above the melting point during the growth of the crystal. The temperature of the bottom heater, however, is continuously reduced. This results in a crystallisation front that rises upwards.

This type of heating means that essentially only a homogeneous, axial flow of heat is generated in the furnace. Such an axial flow of heat helps to reduce imperfections in the crystal (see page 567, the figure and part 2(a)).

- 4) The subject matter of Claims 1-13 is novel (PCT Article 33(2)), since the claimed device comprises an insulating appliance, the insulating effect of which decreases from the top heater to the bottom heater.

The problem to be solved by this feature can be considered to be that of developing a device with an extremely homogeneous, axial flow of heat.

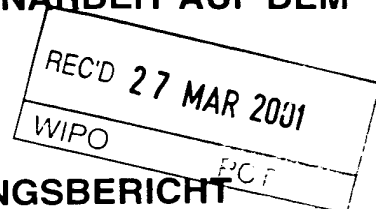
The insulating appliance now claimed is able to substantially suppress radial fluctuations in temperature. Non-homogeneity in the heat flow can thus be considerably reduced in comparison with the device as per D1. Such an insulating appliance is not proposed either by D1 or any other cited document. Consequently, the insulating appliance is considered a non-obvious solution to the problem of interest. An inventive step (PCT Article 33(3)) is therefore acknowledged.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts HF 15-14247.2 me	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/02349	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 16/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C30B11/00		
Anmelder FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH et al.		


- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 12/10/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 23.03.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Mauger, J Tel. Nr. +49 89 2399 8447





I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,3-6 ursprüngliche Fassung

2 eingegangen am 12/03/2001 mit Schreiben vom 12/03/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-13 eingegangen am 12/03/2001 mit Schreiben vom 12/03/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/02349

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☒ Ansprüche, Nr.: 14-18
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-13
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-13
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-13
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt



Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- 1) Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: ALTHAUS M ET AL: 'SOME NEW DESIGN FEATURES FOR VERTICAL BRIDGMAN FURNACES AND THE INVESTIGATION OF SMALL ANGLE GRAIN BOUNDARIES DEVELOPED DURING VB GROWTH OF GAAS' JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NL, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, Bd. 166, Nr. 1/04, 1. September 1996 (1996-09-01), Seiten 566-571, XP000686560 ISSN: 0022-0248

- 2) Das Dokument D1 offenbart eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen insbesondere Einkristallen von GaAs. Die Vorrichtung umfaßt eine Heizeinrichtung, die als zylindrischer Ofen ausgebildet ist. Die Querschnittsfläche, des Ofens ist deutlich größer als die des Tiegels in denen das Kristall hergestellt wird. Die Heizeinrichtung ist unterteilt in einen Bodenheizer, einen Deckelheizer und eine Mantelheizung.
Der Deckelheizer wird während des Kristallwachstums auf eine konstante Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes gehalten. Die Temperatur des Bodenheizers hingegen wird kontinuierlich reduziert. Hierdurch wird erreicht, daß eine Kristallisationsfront nach oben steigt.
Diese Art der Heizung hat zur Folge, daß im wesentlichen nur ein homogener axialer Wärmefluß im Ofen erzeugt wird. Ein solcher axialer Wärmefluß trägt bei zur Vermeidung von Fehlern im Kristall (siehe Seite 567, Figur und Teil 2(a)).
- 4) Der Gegenstand der Ansprüche 1-13 ist neu (Artikel 33(2) PCT), weil die beanspruchte Vorrichtung eine Isolatoreinrichtung umfaßt, die derart ausgebildet ist, daß sie eine von dem Deckelheizer zu dem Bodenheizer abnehmende Isolationswirkung aufweist.

Die Aufgabe, die durch dieses Merkmal gelöst werden soll, kann in der Bereitstellung einer Vorrichtung mit einem sehr homogenen axialen Wärmefluß



gesehen werden.

Die jetzt beanspruchte Isolatoreinrichtung ist in der Lage radialen Temperaturunterschieden sehr stark zu unterdrücken. Somit können Inhomogenitäten im Wärmefluß im Vergleich zu der Vorrichtung von D1 deutlich reduziert werden. Eine solche Isolatoreinrichtung wird weder in Dokument D1 noch in irgendeine der weiteren zitierten Dokumente vorgeschlagen. Die Isolatoreinrichtung wird somit als nicht naheliegende Lösung der Aufgabe angesehen. Eine erfinderische Tätigkeit im Sinne des Artikels 33(3) PCT wird daher anerkannt.



< Aus dem Journal of Crystal Growth, North-Holland Publishing Co. Amsterdam, Bd. 166, Nr. 1/04, 1. September 1996, Seiten 566-571, ist eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. >

PCT/EP00/02349
Freiberger Compound Materials GmbH, et al.
12. März 2001

Derartige Vorrichtungen sind jedoch sowohl durch einen axialen als auch durch einen radialen Wärmefluß gekennzeichnet, was zu einer variablen Wachstumsgeschwindigkeit und einer ungünstigen Ausbildung der Phasengrenzfläche Schmelze-Kristall führen kann.

Desweiteren sind Mehr- bzw. Vielzonenöfen aus einer Vielzahl thermischer Bauelemente zusammengesetzt, was bei Wartungsarbeiten einen hohen Demontage- und Montageaufwand erfordert. Mit steigender Zonenzahl erhöht sich auch der Automatisierungsaufwand und die Störungsanfälligkeit der Mehrzonenöfen.

Insbesondere für die Herstellung von Einkristallen mit einem großen Durchmesser, beispielsweise 2", 3", 100 mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm und größer, besteht das Problem, daß ein radialer Wärmefluß im Kristall eine Auswirkung auf die Isothermen, d.h. auf die Phasengrenze Schmelze-Einkristall in vertikaler bzw. axialer Richtung hat.

<...>

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Herstellung von Einkristallen, insbesondere von Einkristallen unterschiedlicher III-V-Materialien, beispielsweise von Galliumarsenid, bereitzustellen, bei der eine fast ausschließlich axiale Wärmeführung gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1.

Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Vorrichtung hat den Vorteil, daß ein homogener axialer Wärmefluß gewährleistet ist und daß in radialer Richtung nahezu keine Wärme abfließen kann, d.h. einer radial homogenen Temperatur an der oberen und unteren Heizplatte und den dazwischenliegenden Schnitten.



Vorschlag f. neue Ansprüche

¹
~~13.~~ Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls durch Züchtung aus einer Schmelze von Rohmaterial des herzustellen- den Einkristalls,
mit einer Heizeinrichtung (1) zum Erzeugen eines Temperatur- gradienten innerhalb der Schmelze aus Rohmaterial, *wobei*
~~dadurch gekennzeichnet, daß~~ die Heizeinrichtung (1) einen ro- tationssymmetrischen Ofen (1) mit einer Rotationsachse (M) und mit einem im wesentlichen ebenen Bodenheizer (2) einem im we- sentlichen ebenen Deckelheizer (3) aufweist, *die auf unter-*
~~schiedliche Temperaturen steuerbar sind, und daß eine Isola-~~ *dadurch gekennzeichnet*
toreinrichtung vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, daß ein Wärmefluß in einer radialen Richtung senkrecht zur Rotati- onsachse (M) des Ofens (1) auf ein vorbestimmtes Maß begrenz- bar ist, *und wobei*

~~14. Vorrichtung nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) derart ausgebildet ist, daß sie eine von dem Deckelheizer (3) zu dem Bodenheizer (2) abneh- mende Isolationswirkung aufweist.~~

²
~~14.~~ Vorrichtung nach Anspruch ¹~~13~~ oder ~~14~~, dadurch gekenn- zeichnet, daß der Ofen zylindrisch ausgebildet ist und daß ei- ne Steuereinrichtung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, daß die Temperatur des Bodenheizers (2) im Vergleich zur Tem- peratur des Deckelheizers (3) absenkbar ist.

³
~~14.~~ Vorrichtung nach ~~einem~~ der Ansprüche ¹~~13 bis 15~~, *locus 3* dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) als kegel- stumpfförmiger Körper mit einem coaxialen zylindrischen und oben und unten offenen Hohlraum ausgebildet ist, der so in dem Ofen (1) angeordnet ist, daß sein jüngeres Ende den Bodenhei- zer (2) zugewandt ist.



⁴
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche ^{1 bis 3} ~~13 bis 19~~, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (1) eine Mantelheizung (5) aufweist.

⁵
15. Vorrichtung nach ^{einem der} Anspruch ⁴ ~~1~~ ¹ bis ~~14~~, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeübertragungsteil (6) eine ~~beliebige~~ rotationssymmetrische profilierte bzw. unprofilierte Form besitzt ⁶ ~~hat~~.

⁶
16. Vorrichtung ^{nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet} ~~zur Herstellung eines Einkristalls durch~~ Züchtung aus einer Schmelze von Rohmaterial des herzustellenden Einkristalls, mit einer Heizeinrichtung (1) zum Erzeugen eines Temperaturgradienten innerhalb der Schmelze aus Rohmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung (1) einen ersten im wesentlichen ebenen hochwärmeleitfähigen Heizer (2) und parallel zu diesem und in einem Abstand dazu angeordneten zweiten im wesentlichen ebenen hochwärmeleitfähigen Heizer (3) ~~aufweist, die auf unterschiedliche Temperaturen steuerbar sind~~ ^{eine} ~~und deren~~ Heizfläche ^{der Heizer} im Verhältnis zu dem Durchmesser des herzustellenden Einkristalls so bemessen ist, daß ein über die radiale Querschnittsfläche des herzustellenden Einkristalls im wesentlichen homogene Temperatur und zwischen dem ersten Heizer (2) und dem zweiten Heizer (3) im wesentlichen ein homogener konstanter Temperaturgradient erzeugbar ist.

⁷
17. Vorrichtung nach Anspruch ⁶ ~~14~~, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Fläche jedes Heizers (2,3) wenigstens das 1,5-fache der Querschnittsfläche des herzustellenden Einkristalls beträgt.

⁸
18. Vorrichtung nach ^{einem der Ansprüche 7} ~~Anspruch~~ ~~14~~ ~~oder 17~~, dadurch gekennzeichnet, daß ^{die} ~~eine~~ Steuerung ~~vorgesehen ist, die~~ so ausgebildet ist, daß die Temperatur des ersten ebenen Heizers (2) gegenüber dem zweiten ebenen Heizer (3) kontinuierlich absenkbar ist.



9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ~~die Heizeinrichtung als zylindrischer Ofen~~ (1) ausgebildet ist wobei der erste Heizer als Bodenheizer (2) und der zweite Heizer als Deckelheizer (3) ausgebildet ist, wobei ^{der Heizer} der Abstand ~~zwischen~~ größer als die Länge des herzustellenden Einkristalls ist.

7 4
~~5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Heizern (2, 3) eingeschlossene Raum von einer diesen Raum umgebenden Mantelheizung (5) umschlossen ist.~~

1 B
~~6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet durch eine Isolatoreinrichtung (6), die derart ausgebildet ist, daß ein Wärmefluß in einer radialen Richtung senkrecht zur Zylinderachse (M) des Ofens (1) begrenzt wird.~~

1 B
~~7. Vorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) derart ausgebildet ist, daß sie eine von dem Deckelheizer (3) zu dem Bodenheizer (2) abnehmende Isolationswirkung aufweist.~~

1 3
~~8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung (6) als kegelstumpfförmiger Körper mit einem coaxialen zylindrischen und oben und unten offenen Hohlraum ausgebildet ist, der so in dem Ofen (1) angeordnet ist, daß sein jüngeres Ende den Bodenheizer zugewandt ist.~~

10
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolatoreinrichtung z.B. aus Graphit gebildet ist.



-4-

¹¹
~~10~~. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis ¹⁰~~9~~, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tiegel (4) zur Aufnahme einer Schmelze an Rohmaterial des herzustellenden Einkristalls vorgesehen ist, der zwischen dem ersten Heizer (2) und dem zweiten Heizer (3) angeordnet ist.

¹²
~~11~~. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis ¹¹~~10~~, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Vorrichtung zur Herstellung eines Einkristalls aus einem III-V-Verbundhalbleiter ist.

¹³
~~12~~. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis ¹⁴~~11~~, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Vorrichtung zum Herstellen eines Einkristalls aus Galliumarsenid ist.



However, devices of this kind are characterized not only by an axial but also by a radial heat flow that can lead to a variable growth rate and to an unfavorable formation of the interphase melt-crystal.

In addition, multizone or multiple temperature zone furnaces are composed of a variety of thermal construction elements and this requires considerable expense for dismantling and assembling for maintenance work. As the number of zones increases the amount of automation increases and with it the susceptibility to faults of multizone furnaces.

In particular for the production of monocrystals with a large diameter, for example 2", 3", 100 mm, 125 mm, 150 mm 200 mm and above, there is the problem that a radial heat flow in the crystal has an effect on the isotherms, i.e. on the interphase melt-monocrystal in a vertical or axial direction respectively.

The task of the invention is to provide a device for producing monocrystals, in particular monocrystals of various III-V materials, for example from gallium arsenide, in which the heat control is almost exclusively axial.

The task is solved by means of a device in accordance with Claim 1.

Further developments are indicated in the subordinate claims.

The device has the advantage that a homogeneous axial heat flow is guaranteed and that practically no heat at all can run off in a radial direction, i.e. of a radially homogeneous.



PATENT CLAIMS

1. Device for producing a monocrystal through growing from a melt of raw material of the monocrystal that is to be produced

with a heating appliance (1) to generate a temperature gradient within the raw material melt characterized in such a way that the heating appliance (1) has a first essentially level high-temperature conducting heater (2) and parallel to this and located at distance from this a second essentially level high-temperature conducting heater (3) that can be controlled to different temperatures and whose heating surface in a ratio to the diameter of the monocrystal to be produced is calculated so that a temperature that is essentially homogeneous over the radial cross-section surface of the monocrystal to be produced can be generated together with a temperature gradient between the first heater (2) and the second heater (3) that is essentially homogeneous and constant.

2. A device in accordance with Claim 1 characterized by the size of the surface of each heater (2, 3) being at least 1.5 times the cross-sectional area of the monocrystal to be produced.

3. A device in accordance with Claims 1 or 2 characterized by a controller being planned that is designed so that the temperature of the first level heater (2) can be lowered continuously as against the second level heater (3)

4. A device in accordance with Claims 1 to 3 characterized by a heating appliance that is designed as a cylindrical furnace (1) whereby the first heater is designed as a floor heater (2) and the second heater as a cover heater (3) whereby the clearance between the two is greater than the length of the monocrystal to be produced.



5. A device in accordance with Claims 1 to 4 characterized by the space enclosed by the heaters (2, 3) being enclosed by a jacket heater that surrounds this space.

6. A device in accordance with Claims 4 or 5 characterized by an insulator device (6) that is designed in such a way that a heat flow in a radial direction vertical to the cylinder axis (M) of the furnace is restricted.

7. A device in accordance with Claim 6 characterized by the insulator device (6) being designed in such a way that it has a decreasing insulating effect from the cover heater (3) to the floor heater (2).

8. A device in accordance with Claims 6 or 7 characterized by the insulator device (6) being designed as a tapered cone body with a coaxial cylindrical hollow space that is open at the top and bottom and placed in the furnace (1) in such a way that the tapered end is towards the floor heater.

9. A device in accordance with Claims 6 to 8 characterized by the insulator device being made, for example, of graphite.

10. A device in accordance with Claims 1 to 9 characterized by the inclusion of a crucible (4) for holding a melt of raw material of the monocrystal to be produced that is located between the first heater (2) and the second heater (3).



11. A device in accordance with Claims 1 to 10 characterized by the device being a device for producing a monocrystal from a III-V composite semiconductor.

12. A device in accordance with Claims 1 to 11 characterized by the device being a device for producing a monocrystal from gallium arsenide.

13. Device for producing a monocrystal by growing from a melt of raw material of the monocrystal to be produced with a heating appliance (1) for generating a temperature gradient within the melt of raw material characterized in such a way that the heating appliance (1) has a rotationally symmetrical furnace (1) with a rotation axis (M) and with an essentially level floor heater (2) and an essentially level cover heater (3) that can be controlled to different temperatures and that an insulating device being planned that is designed in such a way that that a heat flow in a radial direction vertical to the rotation axis (M) of the furnace (1) can be restricted to a preset rate.

14. Device in accordance with Claim 13 characterized by the insulating device (6) being designed in such a way that its insulating effect is reduced from the cover heater (3) to the floor heater (2).

15. Device in accordance with Claim 13 or 14 characterized by the furnace being designed cylindrically and by there being a controller that is designed in such a way that the temperature of the floor heater (2) can be reduced in comparison with the temperature of the cover heater.



16. Device in accordance with one of the Claims 13 to 15 characterized by the insulator device (6) being designed as a tapered cone body with a coaxial cylindrical hollow space that is open at the top and bottom and placed in the furnace (1) in such a way that the tapered end is towards the floor heater (2).

17. Device in accordance with one of the Claims 13 to 16 characterized by the furnace (1) having a jacket heater (5).

18. Device in accordance with Claims 1 to 17 characterized by the heat transmission part (6) being able to have any type of rotationally symmetric profiled or unprofiled shape.

